

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1同期チャネルについて相関演算を行う第1相関手段と、この第1相関手段の相関演算結果から第1ピークタイミングを検出するピーク検出手段と、所定の時間間隔で第2同期チャネルについて相関演算を行う第2相関手段と、複数のタイミングで前記第2相関手段の相関演算結果を比較して相関演算結果が最も大きいタイミングから第2同期チャネルを同定する第2同期チャネル同定手段と、前記第2同期チャネル同定手段に相関演算を行う複数のタイミングを指示するタイミング制御手段と、を具備することを特徴とするセルサーチ装置。

【請求項2】 第2同期チャネル同定手段は、タイミング制御手段に指示された複数のタイミングの中で相関演算結果が最も大きいタイミングを第2ピークタイミングとして検出し、タイミング制御手段は、第1ピークタイミング及び前記第2ピークタイミングに基づいて前記第2同期チャネル同定手段に指示する複数のタイミングを設定することを特徴とする請求項1記載のセルサーチ装置。

【請求項3】 タイミング制御手段は、第1あるいは第2ピークタイミングから1フレーム時間後の基準タイミングを中心とした所定時間内の複数のタイミングを第2同期チャネル同定手段に指示することを特徴とする請求項1又は請求項2記載のセルサーチ装置。

【請求項4】 第2同期チャネル同定手段は、タイミング制御手段に指示された各タイミングにおいて同定した複数の第2同期チャネルの相関値の加算結果を比較して第2ピークタイミングを検出することを特徴とする請求項1から請求項3のいずれかに記載のセルサーチ装置。

【請求項5】 第1及び第2ピークタイミングに基づいて、通信相手の基地局装置が計時する1フレーム時間に対する誤差を計算して周波数差に変換し、この周波数差を補正するように発振器の周波数を変更する周波数補正手段を具備することを特徴とする請求項1から請求項4のいずれかに記載のセルサーチ装置。

【請求項6】 請求項1から請求項5のいずれかに記載のセルサーチ装置を具備することを特徴とする無線通信端末装置。

【請求項7】 請求項6記載の無線通信端末装置と無線通信を行うことを特徴とする基地局装置。

【請求項8】 第1同期チャネルを用いて相関演算を行い、相関値が最大となる第1ピークタイミングをスロットタイミングとして検出する第1ステップと、全種類の第2同期チャネルを用いて相関演算を行い、自局が存在するセルに割当てられているコードグループを同定してフレームの先頭のタイミングを検出する第2ステップと、同定したコードグループに属するミッドアンブルを用いて相関演算を行い、自局が存在するセルに割当てられているミッドアンブル及びスクランプリングコードを

同定する第3ステップからなるセルサーチ方法であって、第2ステップにおいて、複数のタイミングでの相関演算結果を比較して相関演算結果が最も大きいタイミングから第2同期チャネルを同定することを特徴とするセルサーチ方法。

【請求項9】 第1及び第2ピークタイミングに基づいて、通信相手の基地局装置が計時する1フレーム時間に対する誤差を計算して周波数差に変換し、この周波数差を補正するように発振器の周波数を変更して第3ステップを実行することを特徴とするセルサーチ方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、W-CDMA/TDD方式の移動体通信システムに用いられるセルサーチ装置およびセルサーチ方法に関する。

【0002】

【従来の技術】移動体通信システムでは、通信端末装置が、電源投入時に自局の所属するセルを探索（初期セルサーチ）し、セル間移動時に移動先のセルを探索する（待受け時セルサーチ）。以下、W-CDMA/TDD方式の移動体通信システムにおけるセルサーチ方法について説明する。

【0003】移動体通信システムの各セルには固有のスクランプリングコード、及び、このスクランプリングコードに対応するコードグループが割当てられている。このコードグループは、4種類のミッドアンブル（Midamble）とスクランブルコードの組合せがあり、隣接セル間において、誤同定されないように互いに異なるように割当てられている。

【0004】また、図3の制御信号のフレーム構成図に示すように、基地局装置は、1フレーム内の所定のスロット（図3では#0あるいは#8）で、スロットの先頭から所定時間オフセットさせたタイミング t_{offset} で、全セル共通の第1同期チャネル（Primary Synchronization Code Channel : Cp）とコードグループを表現する3コードの第2同期チャネル（Secondary Synchronization Code Channel : Cs）とを同時に送信している。第2同期チャネルは、17種類の中から3種類を選択することにより得られる $4913=17^3$ 個の組合せの中から誤検出の少ない32種類を用いてコードグループを表現する。また、第2同期チャネルCs_j（ $j=1, 2, 3$ ）は、第1同期チャネルCpの位相に対して $90^\circ \times n$ （ $n=0, 1, 2, 3$ ）の変調を与えて送信される。図3の b_j は、各第2同期チャネルCs_jの第1同期チャネルCpの位相に対する位相回転量である。

【0005】各セルでは、1フレーム（10ms）に同期チャネルを1箇所（第kスロット）送信するCase1と、1フレームに同期チャネルを2箇所（第kスロット及び第k+8スロット）送信するCase2を選択することができる（kは0から7までの整数）。

【0006】通信端末装置は、初期セルサーチを行う際、まず第1ステップとして、第1同期チャネルを用いて相関演算を行い、相関値が最大となるタイミング（以下、「ピークタイミング」という）をスロットタイミングとして検出する。

【0007】次に、通信端末装置は、第2ステップとして、17種類の第2同期チャネルを用いて相関演算を行い、基地局装置から送信されている3種類の第2同期チャネルを同定する。この第2同期チャネルの同定の際、通信端末装置は、Case1の場合に4フレーム、Case2の場合に2フレームの信号を用いる。そして、通信端末装置は、同定した3種類の第2同期チャネル4フレーム分の第1同期チャネルに対する位相回転量及び、スロットの先頭に対する同期チャネルのタイムオフセット値 t_{offset} に基づいて、自局が存在するセルに割当てられているコードグループを同定し、フレームの先頭のタイミングを検出する。

【0008】最後に、通信端末装置は、第3ステップとして、同定したコードグループに属する4種類のミッドアンプルを用いて相関演算を行い、自局が存在するセルに割当てられているミッドアンプル及びスクランプリングコードを同定する。なお、ミッドアンプルの検出性能を向上させるために、通信端末装置は、第3ステップでAFC（自動周波数制御）により基地局装置と周波数同期をとりながら無線通信を行う。

【0009】このように、W-CDMA/TDD方式の移動体通信システムでは、通信端末装置が3つのステップを経て初期セルサーチ（スクランプリングコードの同定）を行っている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ここで、上記セルサーチ方法の第1ステップ及び第2ステップでは、通信端末装置が基地局装置との周波数同期を確立していないため、両装置間で内部発振器の発振周波数が異なり、計時する1フレーム時間に誤差が出る。

【0011】しかしながら、従来のセルサーチ方法では、通信端末装置と基地局装置とで計時される1フレーム時間の誤差を考慮していないので、第2ステップにおいて、ピークタイミングからずれたタイミングで相関演算を行なってしまう。

【0012】例えば、基地局装置が計時する1フレーム時間を基準として、通信端末装置が計時する1フレーム時間が基地局装置のものより α [s]短いとすると、通信端末装置は、第2ステップにおいて、1フレーム毎にピークタイミングに対する誤差が α [s]ずつ大きくなり、4フレームに渡って第2同期チャネルを同定する場合、最大 4α [s]の誤差が生じる。この誤差が大きい（例えば $1/2$ チップ時間以上になる）場合には、通信端末装置が第2ステップにおいてピークを検出することができず第2同期チャネルを同定できなくなってしまう。

【0013】さらに、通信端末装置と基地局装置との間で内部発振器の発振周波数の差が大きいと、第3ステップにおけるAFCの初期段階の同期検出精度が低くなるため、ミッドアンプルを正しく検出することができなくなってしまう。

【0014】本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、計時する1フレーム時間が基地局装置と誤差がある場合であっても第2同期チャネル及びミッドアンプルを精度良く同定することができるW-CDMA/TDD方式の移動体通信システムのセルサーチ装置およびセルサーチ方法を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明のセルサーチ装置は、第1同期チャネルについて相関演算を行う第1相関手段と、この第1相関手段の相関演算結果から第1ピークタイミングを検出するピーク検出手段と、所定の時間間隔で第2同期チャネルについて相関演算を行う第2相関手段と、複数のタイミングで前記第2相関手段の相関演算結果を比較して相関演算結果が最も大きいタイミングから第2同期チャネルを同定する第2同期チャネル同定手段と、前記第2同期チャネル同定手段に相関演算を行う複数のタイミングを指示するタイミング制御手段と、を具備する構成を採る。

【0016】本発明のセルサーチ装置における第2同期チャネル同定手段は、タイミング制御手段に指示された複数のタイミングの中で相関演算結果が最も大きいタイミングを第2ピークタイミングとして検出し、タイミング制御手段は、第1ピークタイミング及び前記第2ピークタイミングに基づいて前記第2同期チャネル同定手段に指示する複数のタイミングを設定する構成を採る。

【0017】本発明のセルサーチ装置におけるタイミング制御手段は、第1あるいは第2ピークタイミングから1フレーム時間後の基準タイミングを中心とした所定時間内の複数のタイミングを第2同期チャネル同定手段に指示する構成を採る。

【0018】これらの構成により、基準タイミングを含む複数のタイミングでの相関値を比較し、最大の相関値が得られたタイミングを新たな基準タイミングとすることができるので、相関演算のタイミングの誤差を常に一定の範囲内に抑えることができ、確実に第2ステップにおいてピークを検出することができ、第2同期チャネルを同定することができる。

【0019】本発明のセルサーチ装置における第2同期チャネル同定手段は、タイミング制御手段に指示された各タイミングにおいて同定した複数の第2同期チャネルの相関値の加算結果を比較して第2ピークタイミングを検出する構成を採る。

【0020】この構成により、雑音の影響を低減することができるので、1つの相関値で比較するよりも精度が高まる。

【0021】本発明のセルサーチ装置における第1及び第2ピークタイミングに基づいて、通信相手の基地局装置が計時する1フレーム時間に対する誤差を計算して周波数差に変換し、この周波数差を補正するように発振器の周波数を変更する周波数補正手段を具備する構成を採る。

【0022】この構成により、AFCの初期段階において十分な検出精度を得ることができるので、ミッドアンプを正しく検出することができる。

【0023】本発明の無線通信端末装置は、上記いずれかのセルサーチ装置を具備する構成を採る。また、本発明の基地局装置は、この無線通信端末装置と無線通信を行う構成を採る。

【0024】これらの構成により、W-CDMA/TDD方式の移動体通信システムにおいて高速にセルサーチを行うことができる。

【0025】本発明のセルサーチ方法は、第1同期チャネルを用いて相関演算を行い、相関値が最大となる第1ピークタイミングをスロットタイミングとして検出する第1ステップと、全種類の第2同期チャネルを用いて相関演算を行い、自局が存在するセルに割当てられているコードグループを同定してフレームの先頭のタイミングを検出する第2ステップと、同定したコードグループに属するミッドアンプを用いて相関演算を行い、自局が存在するセルに割当てられているミッドアンプ及びスクランプリングコードを同定する第3ステップからなるセルサーチ方法であって、第2ステップにおいて、複数のタイミングでの相関演算結果を比較して相関演算結果が最も大きいタイミングから第2同期チャネルを同定する方法をとる。

【0026】この方法により、基準タイミングを含む複数のタイミングでの相関値を比較し、最大の相関値が得られたタイミングを新たな基準タイミングとすることができるので、相関演算のタイミングの誤差を常に一定の範囲内に抑えることができ、確実に第2ステップにおいてピークを検出することができ、第2同期チャネルを同定することができる。

【0027】本発明のセルサーチ方法は、第1及び第2ピークタイミングに基づいて、通信相手の基地局装置が計時する1フレーム時間に対する誤差を計算して周波数差に変換し、この周波数差を補正するように発振器の周波数を変更して第3ステップを実行する方法をとる。

【0028】この方法により、AFCの初期段階において十分な検出精度を得ることができるので、ミッドアンプを正しく検出することができる。

【0029】

【発明の実施の形態】本発明の骨子は、W-CDMA/TDD方式のセルサーチの第2ステップにおいて、複数のタイミングでの相関演算結果を比較して相関演算結果が最も大きいタイミングから第2同期チャネルを同定す

ることである。

【0030】以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。

【0031】図1は、本発明の一実施の形態に係るセルサーチ装置の構成を示すブロック図である。なお、以下の説明では、1フレーム(10ms)に同期チャネルを1箇所(第kスロット)送信するCase1の場合について説明する。

【0032】基地局装置から送信されたキャリア周波数の信号は、アンテナ101に受信される。受信RF部102は、アンテナ101に受信された信号に対して、ダウンコンバート、増幅、A/D変換等の処理を施してベースバンドのデジタル信号を得る。

【0033】PSCCH相関器103は、受信RF部102の出力信号と第1同期チャネルとの相関演算を行う。ピーク検出部104は、第1同期チャネルとの相関値が最大となるタイミング(以下、「第1ピークタイミング」という)を検出し、検出結果をタイミング制御部105及び周波数補正部110に出力する。

【0034】PSCCH相関器103からピーク検出部104における処理がセルサーチの第1ステップである。

【0035】タイミング制御部105は、ピーク検出部104にて検出された第1ピークタイミング及び後述するSSCH同定部108にて検出された第2ピークタイミングに基づいて、SSCH同定部108にメモリ107-1~107-nから相関値を取り出すタイミングを制御する。SSCH相関器106-1~106-nは、それぞれ第2同期チャネルのいずれか1つが割当てられ、割当てられた第2同期チャネルと受信RF部102の出力信号との相関演算を(1/4)Ts間隔で行う。なお、「Ts」は1チップ時間である。メモリ107-1~107-nは、対応するSSCH相関器106-1~106-nから出力された相関値を4フレーム分格納する。

【0036】SSCH同定部108は、タイミング制御部105から指示されたタイミングで各メモリ107-1~107-nから相関値を取り出し、同一タイミングで相関値が大きい上位3種類の第2同期チャネルを同定しコードグループ同定部109に出力する。また、SSCH同定部108は、同定した第2同期チャネルの相関値の加算値が最も大きいタイミングを第2ピークタイミングとしてタイミング制御部105及び周波数補正部110に出力する。コードグループ同定部109は、SSCH同定部108にて同定された3種類の第2同期チャネル4フレーム分の第1同期チャネルに対する位相回転量、及び、スロットの先頭に対する同期チャネルのタイムオフセット値に基づいて、自局が存在するセルに割当てられているコードグループを同定し、フレームの先頭のタイミングを検出する。

【0037】タイミング制御部105からコードグループ同定部109における処理がセルサーチの第2ステッ

ブである。なお、本実施の形態に係るセルサーチ装置の第2ステップの詳細は後述する。

【0038】周波数補正部110は、第1ピークタイミング及び第2ピークタイミングに基づいて、基地局装置が計時する1フレーム時間に対する誤差を計算し、計算された誤差を周波数差に変換する。そして、周波数補正部110は、この周波数差を補正するように受信RF部102内の発振器の周波数を変更する。なお、周波数補正部110における具体的な計算例は後述する。

【0039】ミッドアンプル相関器111-1~111-mは、同定されたコードグループに所属するミッドアンプルと受信RF部102の出力信号との相関演算を行い、相関値をミッドアンプル同定部112に出力する。

【0040】ミッドアンプル同定部112は、各ミッドアンプル相関器111-1~111-mから出力された相関値の中で最も大きいものからミッドアンプルを同定する。また、ミッドアンプル同定部112は、ミッドアンプルとスクランプリングコードとが1対1の対応となっていることから、当該セルのスクランプリングコードを同定する。

【0041】周波数補正部110からミッドアンプル同定部112における処理がセルサーチの第3ステップである。図1のセルサーチ装置は、第1ステップから第3ステップを実行することにより初期セルサーチ（スクランプリングコードの同定）を完了する。

【0042】次に、本実施の形態に係るセルサーチ装置の第2ステップについて、図2を用いて詳細に説明する。図2において、フレーム F_0 は、第1ピークタイミング Tf_0 が検出されたフレームであり、フレーム F_1 は、フレーム F_0 から i 番目のフレームである。

【0043】タイミング制御部105には、所定の窓幅（図2では $Ts/2$ ）が予め設定されている。そして、タイミング制御部105は、第1ピークタイミング Tf_0 から1フレーム時間後のタイミング Tf_1 及びこのタイミング Tf_1 を中心とした窓幅の前後端のタイミング $(Tf_1 - Ts/4)$ 、 $(Tf_1 + Ts/4)$ を各メモリ107-1~107-nに指示する。

【0044】各メモリ107-1~107-nは、タイミング Tf_1 、 $(Tf_1 - Ts/4)$ 、 $(Tf_1 + Ts/4)$ における相関値をSSCH同定部108に出力する。

【0045】SSCH同定部108は、フレーム F_1 について、タイミング Tf_1 における各メモリ107-1~107-nから出力された相関値の中で大きいものから上位3種類の第2同期チャネルを同定する。また、SSCH同定部108は、各タイミング Tf_1 、 $(Tf_1 - Ts/4)$ 、 $(Tf_1 + Ts/4)$ において、同定した3種類の第2同期チャネルの相関値を加算し、加算結果が最大のタイミングを検出して第2ピークタイミングとし、第2ピークタイミングをタイミング制御部105及び周波数補正部110に出力する。図2の場合、タイミング $(Tf_1 + Ts/$

4)において加算結果が最大となるので、SSCH同定部108はタイミング $(Tf_1 + Ts/4)$ を第2ピークタイミングとする。なお、相関値を加算することにより雑音の影響を低減することができるので、相関値の加算結果をもちいて最大のタイミングを検出する方が1つの相関値で検出する場合よりも精度が高まる。

【0046】ここで、タイミング $(Tf_1 + Ts/4)$ において相関値の加算結果が最大となったことは、本セルサーチ装置が計時する1フレーム時間が基地局装置のものより短いことを示している。

【0047】例えば、セルサーチ装置が計時する1フレーム時間が基地局装置のものより α [s]短いとすると、従来のセルサーチ装置の場合、フレーム F_2 における相関演算のタイミングの誤差は 2α [s]となる。これに対し、本セルサーチ装置の場合、フレーム F_2 における相関演算のタイミングの誤差は $(2\alpha - Ts/4)$ [s]となり、上記従来のセルサーチ装置よりも誤差が小さくなる。

【0048】タイミング制御部105は、第2ピークタイミング $(Tf_1 + Ts/4)$ から1フレーム時間後のタイミング Tf_2 及びこのタイミング Tf_2 を中心とした窓幅の前後端のタイミング $(Tf_2 - Ts/4)$ 、 $(Tf_2 + Ts/4)$ を各メモリ107-1~107-nに指示する。

【0049】各メモリ107-1~107-nは、タイミング Tf_2 、 $(Tf_2 - Ts/4)$ 、 $(Tf_2 + Ts/4)$ における相関値をSSCH同定部108に出力する。

【0050】SSCH同定部108は、フレーム F_2 について、タイミング Tf_2 における各メモリ107-1~107-nから出力された相関値の中で大きいものから上位3種類の第2同期チャネルを同定する。また、SSCH同定部108は、各タイミング Tf_2 、 $(Tf_2 - Ts/4)$ 、 $(Tf_2 + Ts/4)$ において、同定した3種類の第2同期チャネルの相関値を加算し、加算結果が最大のタイミングを新たな第2ピークタイミングとしてタイミング制御部105及び周波数補正部110に出力する。図2の場合、タイミング Tf_2 において加算結果が最大となるので、SSCH同定部108はタイミング Tf_2 を新たな第2ピークタイミングとする。

【0051】以下、セルサーチ装置は、フレーム F_3 、 F_4 について、上記フレーム F_2 に対する処理と同様に第2同期チャネルを同定する。

【0052】このように、基準タイミングを含む複数のタイミングでの相関値を比較し、最大の相関値が得られたタイミングを新たな基準タイミングとすることにより、相関演算のタイミングの誤差を常に一定の範囲内に抑えることができるので、確実に第2ステップにおいてピークを検出することができ、第2同期チャネルを同定することができる。

【0053】なお、上記の説明では、第1あるいは第2ピークタイミングから1フレーム時間後の基準タイミン

グを中心とした窓幅を設定して、この基準タイミング及び窓幅の前後端のタイミングの3つのタイミングについて相関値の加算結果の比較を行ったが、本発明はこれに限られず、基準タイミングを中心とした所定の時間内の複数のタイミングについて相関値の加算結果の比較を行えばよい。

【0054】次に、周波数補正部110における計算方法について図2の場合を例として具体的に説明する。

【0055】図2において、各フレームにおける第2ピークタイミングは、それぞれ $(Tf_1 + Ts/4)$ 、 Tf_2 、 $(Tf_3 + Ts/4)$ 、 Tf_4 である。従って、4フレームで $Ts/2$ の誤差が生じたこととなる。ここで、1フレームを10ms、 Ts を $(1/3.84) \times 10^{-6}$ msとすると、1フレームあたりの誤差は $(1/(4 \times 2 \times 3.84)) \times 10^{-6}$ msとなる。これを周波数差に変換すると、周波数誤差の単位はppm(10^{-6})であるから、 $1/(4 \times 2 \times 3.84)$ ppmという結果が得られる。周波数補正部110は、このような計算を行い、得られた周波数差を補正するように受信RF部102内の発振器の周波数を変更する。なお、通常は電圧制御型発振子を使用するので、周波数補正部110は、発振器に対して周波数差に相当する電圧をかける。

【0056】このようにして得られた周波数差を補正してAFCの初期値とすることにより、AFCの初期段階において十分な検出精度を得ることができるので、ミッドアンプを正しく検出することができる。

【0057】また、第3ステップでは使用しない第2同期チャンネルをAFCのためだけに受信すると消費電力の増大を招き、装置規模が大きくなってしまふのに対し、

本実施の形態では第3ステップのAFCにおいて第2同期チャンネルが不要となるので、この問題を解決することができる。

【0058】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、相関演算のタイミングの誤差を常に一定の範囲内に抑えることができるので、第2同期チャンネル及びミッドアンプを精度良く同定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係るセルサーチ装置の構成を示すブロック図

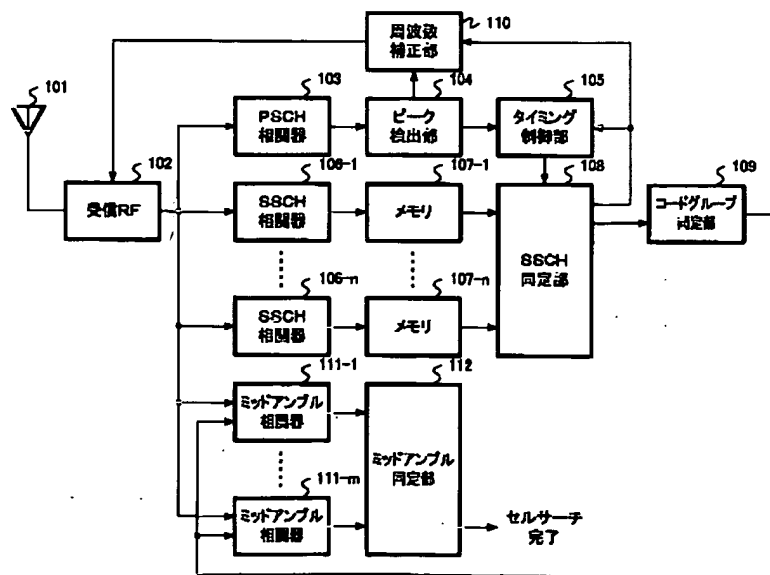
【図2】上記実施の形態に係るセルサーチ装置の第2ステップの詳細を説明する図

【図3】基地局装置の制御信号のフレーム構成図

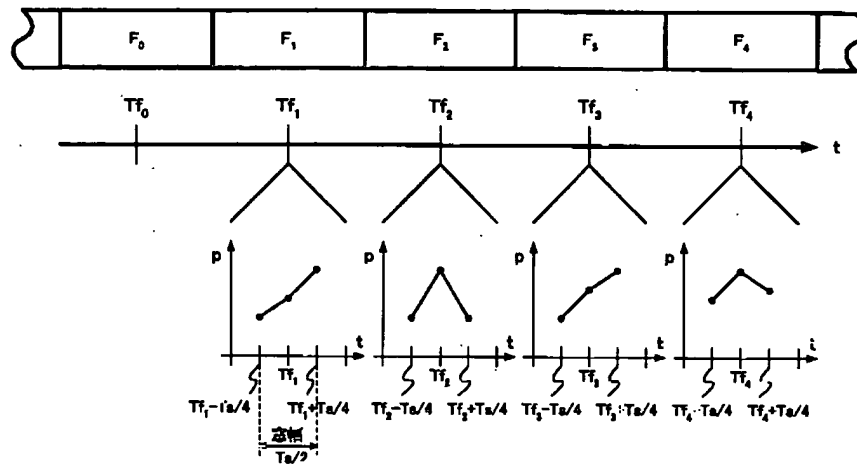
【符号の説明】

- 102 受信RF部
- 103 PSCH相関器
- 104 ピーク検出部
- 105 タイミング制御部
- 106 SSCH相関器
- 107 メモリ
- 108 SSCH同定部
- 109 コードグループ同定部
- 110 周波数補正部
- 111 ミッドアンプ相関器
- 112 ミッドアンプ同定部

【図1】



【図2】



【図3】

